

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. Juli 2001 (05.07.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/47648 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B21B**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/04489
- (22) Internationales Anmeldedatum:
15. Dezember 2000 (15.12.2000)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
199 63 186.7 27. Dezember 1999 (27.12.1999) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WEINZIERL, Klaus**

[DE/DE]; Grossvenediger Strasse 33, 81671 München
(DE). **REIN, Rolf-Martin** [DE/DE]; Östl. Waldringstrasse
18, 90756 Fürth (DE). **GRAMCKOW, Otto** [DE/DE];
Feldstrasse 14, 91080 Uttenreuth (DE).

- (74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): CN, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, TR).

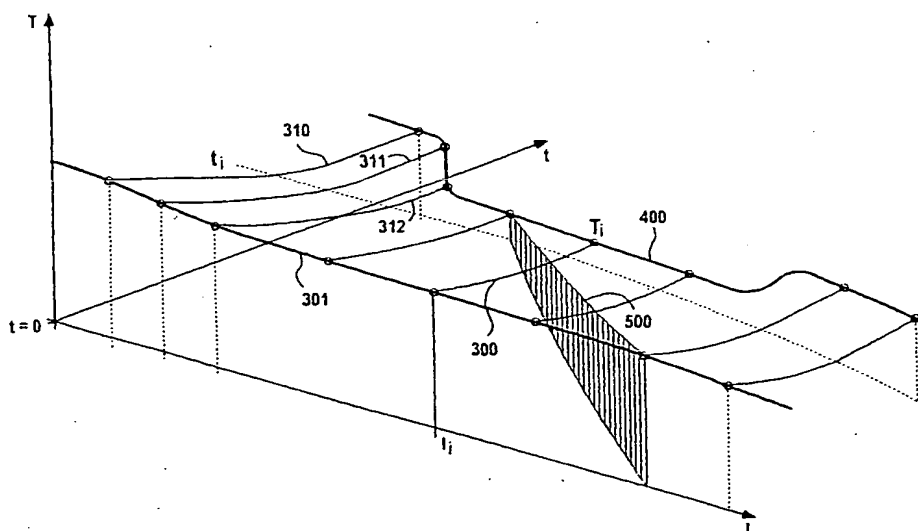
Veröffentlicht:

— Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING AND/OR REGULATING THE COOLING STRETCH OF A HOT STRIP ROLLING
MILL FOR ROLLING METAL STRIP, AND CORRESPONDING DEVICE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR STEUERUNG UND/ODER REGELUNG DER KÜHLSTRECKE EINER WARMBAND-
STRASSE ZUM WALZEN VON METALLBAND UND ZUGEHÖRIGE VORRICHTUNG



(57) Abstract: The joint properties of a metal strip being rolled in a hot strip rolling mill, especially a steel strip, are adjusted in the cooling stretch of said mill by cooling. According to the invention, a time-related cooling course is predetermined for each strip point of the metal strip. An individual cooling curve is established as a function of time for each strip point, the established time curve is constantly compared with the model time-related cooling curve for each strip point and process control signals for controlling and/or regulating the cooling stretch are derived from this comparison. The corresponding device is provided with a calculating device and a process control device.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/47648 A2



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: In der Kühlstrecke einer Warmbandstraße zum Walzen von Metallband werden durch die Kühlung die Gefügeeigenschaften des gewalzten Metallbandes, insbesondere eines Stahlbandes, eingestellt. Erfindungsgemäß wird für jeden Bandpunkt des Metallbandes ein zeitlicher Abkühlverlauf vorgegeben, dabei wird für jeden Bandpunkt eine eigene Abkühlkurve als Funktion der Zeit ermittelt und die ermittelte Zeitkurve wird jederzeit für jeden Bandpunkt mit der Vorgabe einer zeitlichen Abkühlkurve verglichen und daraus Prozeßführungssignale zur Steuerung und/oder Regelung der Kühlstrecke abgeleitet. Bei der zugehörigen Vorrichtung ist eine Recheneinheit und eine Prozeßführungseinheit vorhanden.

Beschreibung

Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung der Kühlstrecke einer Warmbandstraße zum Walzen von Metallband und zugehörige
5 Vorrichtung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung der Kühlstrecke einer Warmbandstraße zum Walzen von Metallband, bei dem durch die Kühlung die Gefü-
10 geigenschaften des gewalzten Metallbandes, insbesondere eines Stahlbandes, eingestellt werden. Daneben bezieht sich die Erfindung auch auf die zugehörige Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

15 Speziell in der Stahlindustrie werden sogenannte Brammen im heißen Zustand in einer Warmbandstraße zu Bändern gewalzt. Nach dem Walzen durchläuft das Blech eine Kühlstrecke. Die Kühlstrecke der Warmbandstraße dient zum Einstellen der Gefügeeigenschaften der gewalzten Stahlbänder.

20 Die Gefügeeigenschaften der hergestellten Bänder werden bisher überwiegend aus der Haspeltemperatur abgeleitet, die durch die Kühlstreckenautomatisierung auf einem vorgegebenen Sollwert konstant gehalten wird.

25 Neue Werkstoffe, wie Mehrphasenstähle, TRIP-Stähle oder dergleichen, erfordern eine genaue definierte Wärmebehandlung, d.h. die Vorgabe und die Überwachung eines Temperaturverlaufes vom letzten Walzgerüst bis zum Haspel.

30 Aus „Proceedings of ME FEC Kongreß 99“, Düsseldorf, June 13 - 15, 1999 (Verlag Stahl Eisen GmbH) ist ein Vorschlag bekannt geworden zur Automatisierung von Warmbandstraßen, bei der speziell für die Kühlstrecke eine modellgestützte Steuerung
35 vorhanden ist. Dabei liegt der Kühlung die Vorstellung zugrunde, daß über die Länge der gesamten Kühlstrecke eine Referenztemperatur vorgebbar ist und daß die aktuell gemes-

sene Temperatur über eine adaptive Steuereinheit an die vorgegebenen Werte angepaßt wird. Wesentlich ist dabei, daß über Enthalpie-Betrachtungen und Aufteilung des Abkühlungsprozesses in eine Serie von kleineren thermodynamischen Prozessen der Einfluß der Kühlung in longitudinaler und vertikaler Richtung erfaßt werden kann. Insbesondere erfolgt dabei eine Berechnung über die Methode der „Finite Elemente“.

Von letzterem ausgehend ist es Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Verfahren zur Automatisierung von Kühlstrecken in Warmwalzstraßen anzugeben und die zugehörige Vorrichtung zu schaffen.

Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben. Eine zugehörige Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist durch die Merkmale des Anspruches 10 gekennzeichnet.

Die eingangs dargestellte Problematik wird nunmehr nicht wie beim Stand der Technik durch eine Vorgabe des Temperaturprofils entlang der Kühlstrecke, sondern durch die Vorgabe eines für jeden Bandpunkt des Metallbandes individuellen zeitlichen Abkühlverlaufs gelöst. Vorteilhaft ist dabei insbesondere, daß eine solche Vorgabe unmittelbar aus den gewünschten Stahleigenschaften ermittelt werden kann und unabhängig von variablen Prozeßgrößen, wie beispielsweise die Bandgeschwindigkeit, bleibt.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren ist also wesentlich, daß für jeden sogenannten Bandpunkt des zu kühlenden Materials ein eigener zeitlicher Abkühlverlauf vorgegeben wird. Damit können die so ermittelten Zeitfunktionen jederzeit für jeden Bandpunkt mit den vorgegebenen zeitlichen Abkühlkurven verglichen werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, daß Abkühlverhältnisse vorgegeben werden können, die den tatsächlichen Vorgaben der Praxis besser entsprechen. Vorteilhafterweise kann nunmehr auch eine variable Kühlung entlang des Bandes vorgegeben werden, womit im Walzband Bereiche bestimmter Qualität gezielt erzeugt werden können. Dadurch sind nunmehr auch sogenannte Dual-Phasen-Materialien erzeugbar, was beim Stand der Technik nicht möglich war.

10 Dadurch, daß der Abkühlverlauf für jeden Bandpunkt entlang der gesamten Kühlstrecke vorgegeben wird, ist die Steuerung und/oder Regelung nicht mehr an feste Schaltorte gebunden; es sind vielmehr jederzeit beliebige Ventile zur Kühlmittelzufuhr betätigbar. Damit die Einhaltung der vorgegebenen
15 Abkühlung entlang der Kühlstrecke durch die Steuerung und/oder Regelung überprüft werden kann, wird erfindungsgemäß das Modell in Echtzeit mit dem Band in der Kühlstrecke mitgerechnet. Dies liefert die erforderlichen Bandtemperaturen auf der Kühlstrecke und wird durch gemessene Temperaturwerte ständig
20 korrigiert.

Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt also insgesamt eine flexible Vorgabe der Wärmebehandlung für moderne Stähle. Damit wird den Forderungen der Praxis Rechnung getragen.

25 Bei entsprechenden Vorrichtungen, die jeweils eine Kühlstrecke beinhalten, welche über ihre gesamte Länge durch jeweils individuell einstellbare Ventile mit Kühlmitteln beaufschlagbar ist, sind Mittel zur Vorgabe von Abkühlkurven für die einzelnen Bandpunkte des Metallbandes vorhanden.
30 Weiterhin sind Einheiten zur Berechnung der Abkühlkurven, zur Korrektur der ermittelten Abkühlkurven auf der Basis von gemessenen Temperaturen, zum Vergleich mit der Vorgabe der Abkühlkurven und zur Generierung von Prozeßführungssignalen
35 vorhanden. Diese Einheiten können softwaremäßig in einen Rechner implementiert werden.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Figurenbeschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung in Verbindung mit weiteren
5 Unteransprüchen. Es zeigen

- Figur 1 den Aufbau einer der Walzstraße nachgeschalteten Kühlstrecke,
Figur 2 ein dreidimensionales Temperatur-Zeit/Bandlängen-
10 Diagramm,
Figur 3 das Strukturbild der Steuerung/Regelung einschließlich Modellkorrektur für die Kühlstrecke gemäß Figur 1 und
Figur 4 im einzelnen die Berechnung der Modellkorrektur aus
15 Figur 3.

Anhand Figur 1 wird die Abkühlung von Metallband als Teil der Warmwalztechnologie und dort im einzelnen die Funktion der Kühlstrecke verdeutlicht. Beim Warmwalzen von Stahl werden
20 sogenannte Brammen mit einer Ausgangsdicke von ca. 200 mm zu einem Band von 1,5 bis 20 mm gewalzt. Die Verarbeitungstemperatur ist dabei 800 bis 1200°C. Das Prozeßende beinhaltet nach dem Walzen die Abkühlung des Bandes mit Wasser in einer Kühlstrecke auf 300 bis 800°C.

25 In Figur 1 ist dazu das letzte Walzgerüst einer Warmbandstraße mit 1 bezeichnet. Dem Walzgerüst 1 folgt ein Fertigstraßenmeßplatz 2, nach der Kühlung ein Haspelmeßplatz 3, an denen jeweils die Temperatur des Bandes gemessen wird, und
30 anschließend eine Unterflurhaspel 4 zum Aufhaspeln des Metallbandes zu einem Coil. Zwischen Fertigstraßenmeßplatz 2 und Haspelmeßplatz 3 befindet sich die im vorliegenden Zusammenhang allgemein als Anlage bezeichnete Kühlstrecke 10.

35 Ein gewalztes Warmband aus Stahl ist in Figur 1 mit 100 bezeichnet. Es läuft durch die Kühlstrecke 10 und wird von beiden Seiten über Ventile mit einem Kühlmedium, insbesondere

Wasser, gekühlt. Einzelne Ventile können zu Gruppen zusammengefaßt sein, beispielsweise sind die Ventilgruppen 11, 11', ..., 12, 12', ..., 13, 13', ... sowie 14, 14', ... dargestellt.

5

Der regeltechnisch zu erfassenden Abkühlung des Bandes 100 liegt üblicherweise eine eindimensionale instationäre Wärmeleitungsgleichung zugrunde. Bei der mathematischen Beschreibung wird von einem isolierten Stab, der nur am Anfang und
10 Ende - entsprechend der Ober- und Unterseite des Bandes - einen Wärmeaustausch mit der Umgebung durchführt, ausgegangen.

Speziell zur Wärmeleitung im Band wird von der Modellannahme ausgegangen, daß die Wärmeleitung in Längs- und Querrichtung
15 verschwindet und daß in der Breite des Bandes die Enthalpie konstant ist. Dadurch läßt sich die Problematik auf ein eindimensionales instationäres Wärmeleitungsproblem reduzieren, bei dem die Anfangsbedingungen und die Randbedingungen definiert werden müssen.

20

Nach letzterem Modell kann das Band 100 mit einzelnen Bandpunkten beschrieben werden, in denen eine Wärmeleitung im Stab erfolgt. Dies ist bekannt, wozu auf die diesbezügliche Fachliteratur verwiesen wird.

25

In der Kühlstrecke 10 sind im allgemeinen keine Temperaturen meßbar. Die Temperatur wird aber am Meßplatz 2 vor der Kühlstrecke und insbesondere am Haspelmeßplatz 3 gemessen. Über das mathematische Modell wird der Wärmeaustausch im Band 100
30 entsprechend obigen Voraussetzungen berücksichtigt. Es wird also ein Modell der Kühlstrecke erstellt, welches in Figur 1 mit 15 bezeichnet ist. Wenn über das Modell 18 die Temperaturen an jeder beliebigen Stelle verfügbar sind, läßt sich eine Regelung auf das vorgegebene Abkühlprofil realisieren.

35

In Figur 2 ist anhand eines dreidimensionalen Temperatur-Bandlängen/Zeit-Diagramms die Vorgabe eines Abkühlverlaufes

dargestellt: Wenn man von einem Abkühlbeginn ($t = 0$) eines Bandpunktes ausgeht, so ergibt sich über die Zeit t ein vorgegebenes Abkühlprofil 300 als Zeitfunktion. Aus Figur 2 ist für jeden Bandpunkt des Metallbandes 100 eine eigene Abkühlkurve entnehmbar. Beispielshaft ist für einen bestimmten Bandpunkt bei 11 die Kurve 300 dargestellt, wobei sich so für diesen Bandpunkt eine eigene Zeitfunktion ergibt.

Beispielsweise soll das Temperaturprofil für den Bandpunkt i nach einer bestimmten Abkühlzeit t_i eine vorgegebene Temperatur T_i , insbesondere Haspeltemperatur T_H , aufweisen. Entsprechende Vorgaben gibt es auch für die übrigen Bandpunkte. Verbindet man alle vorgegebenen Haspeltemperaturen der einzelnen Bandpunkte, so erhält man die in Figur 2 eingezeichnete Kurve 400. Mit dieser Kurve 400 kann beispielsweise gewährleistet werden, daß Verfahrensschritte wie das Fassen des Bandes am Haspel mit ansonsten möglichst geringen Gefügeänderungen berücksichtigt werden.

Betrachtet man nun in einem Augenblick die Vorgaben aller momentan in der Kühlstrecke 10 liegenden Bandpunkte und verbindet man diese Bandpunkte, so erhält man eine Kurve 500, welche das Abkühlprofil über die Kühlstreckenlänge darstellt. Diese Abkühlkurve ist auch in Figur 1 in Einheit 30 eingezeichnet. Wesentlich ist dabei, daß gemäß der angegebenen technischen Lehre die Kurve 500 bei Störungen im Fertigungsprozeß, beispielsweise bei variabler Bandgeschwindigkeit, selbsttätig dynamisch angepaßt wird. Dadurch bleiben solche Störungen - im Gegensatz zum Stand der Technik - ohne jegliche Auswirkungen auf den vorgegebenen Abkühlverlauf eines jeden Bandpunktes.

Wichtig ist also beim beschriebenen Verfahren, daß für jeden Bandpunkt eigene Abkühlkurven 300, 310, 311, 312 etc. vorgegeben werden. Beispielsweise wird für den ersten Punkt eine Abkühlkurve mit einem zunächst steilem Abfall und anschließend einem flacherem Abfall vorgegeben, während sich im Mit-

tenbereich Abkühlkurven mit nahezu konstantem Temperaturgradienten ergeben. Damit wird insgesamt das beschriebene Profil 400 erreicht.

- 5 Auch andere Abkühlprofile können erzeugt werden. Insbesondere wenn man von dem Gefüge als Zielgröße ausgeht, kann das Profil so vorgegeben werden, daß weitestgehend konstante Gefügeeigenschaften am Fertigband vorliegen. Es kann aber auch
10 bewußt eine Änderung der Gefügeeigenschaften für bestimmte Bandbereiche vorgesehen werden. Z.B. können auch Gefügeänderungen bedingt durch die größere Liegezeit der hinteren Bandabschnitte vor dem weiteren Walzen wieder ausgeglichen werden.
- 15 Da die Gefügeeigenschaften die mechanischen Eigenschaften und damit die Qualität insbesondere von Stahlband bestimmen, lassen sich durch gezielte Gefügeänderungen gewünschte Materialeigenschaften erzielen. Insofern ergibt sich durch
20 das beschriebene Verfahren ein erhöhtes Potential bei der Erzeugung von Fertigband.

In Figur 3 ist die Kühlstrecke als eigentliche Anlage mit 10 bezeichnet. Die Modellbildung der Figur 1 wird hier durch ein sogenanntes Echtzeitmodell 20 ausgedrückt, mittels dem die
25 Temperaturen \hat{T}_i an den einzelnen Bandpunkten i des Bandes 100 ermittelt werden.

Die berechnete Haspeltemperatur \hat{T}_H , die mit einem Fehler behaftet ist, wird mit der an der Haspel 3 gemessenen Temperatur T_H verglichen und der resultierende Fehler einer Einheit 25 zur Modellkorrektur zugeführt. Letzterer Einheit 25 wird weiterhin der gesamte, vom Echtzeitmodell 20 berechnete Abkühlvorgang 5 zugeführt. Die Einheit 25 ermittelt aus
30 diesen Daten eine Korrektur des Abkühlverlaufes, die auf den berechneten Abkühlverlauf aufgeschaltet wird. Der so ermittelte korrigierte Abkühlverlauf wird mit der Sollabkühlung
35 verglichen und die resultierende Regelabweichung dem Regler

30 zugeführt. Dieser erzeugt daraus und mittels der von der Einheit 25 ermittelten Verstärkungsfaktoren die Ventilstellungen als Prozeßführungssignale, die sowohl auf der Anlage umgesetzt als auch dem Echtzeitmodell 20 wieder als Information zugeführt werden.

Falls kein gültiger Meßwert vorliegt, entfällt die Berechnung eines korrigierten Abkühlverlaufes. Die Korrektur wird dann zu Null angenommen.

10

Der Regler 30 kann aufgrund der eingegebenen Regelabweichung und der weiteren Werte mit einem vorgegebenen Algorithmus betrieben werden. Solche Algorithmen werden softwaremäßig vorgegeben und lassen die Ansteuerung beliebiger Muster von Ventilen zu. Insbesondere sind mit dem Regler jederzeit jedes der Ventile 11, 11', ..., 12, 12', ..., 13, 13', ..., 14, 14', ... gleichzeitig in beliebiger Kombination vom Regler aktivierbar.

20 Die Abkühlung längs des Metallbandes wird im einzelnen anhand der Enthalpie und des Temperaturverlaufs in Abhängigkeit von der Enthalpie betrachtet.

In Figur 4 ist die Berechnung der Modellkorrektur für den Regler im einzelnen verdeutlicht: Es werden die Enthalpien e und die Temperaturen T in Abhängigkeit von der Enthalpie e ermittelt. Das Echtzeitmodell 20 liefert einen berechneten Enthalpiewert \hat{e} , woraus in einer Einheit 21 der Wert $\hat{T}(\hat{e})$ gebildet wird. Daraus lassen sich also die Temperaturwerte \hat{T} für beliebige Bandpunkte berechnen. Speziell der berechnete Temperaturwert \hat{T}_H für die Haspeltemperatur wird mit der gemessenen Haspeltemperatur T_H verglichen, woraus sich ein Wert ΔT_H ergibt.

35 Vom Echtzeitmodell 20 werden Enthalpiesignale gleichermaßen einer Einheit 22 zugeführt, in der die partielle Ableitung

der Enthalpie nach dem Wärmeleitungskoeffizienten $\frac{\partial \hat{e}}{\partial \kappa}$ gebildet wird. Der Wärmeleitungskoeffizient stellt gewissermaßen einen Korrekturfaktor dar. In beide Einheiten 20 und 22 gehen weiterhin die Ventilstellungen der Anlage ein.

5

Als Ausgangssignal der Einheit 22 ergeben sich berechnete Werte $\frac{\partial \hat{e}}{\partial \kappa}$. In der Einheit 23 wird das Signal mit $\frac{d\hat{T}}{d\hat{e}}$ beaufschlagt, woraus sich über die Bildung von partiellen Ableitungen nach der Kettenregel ein Signal $\frac{\partial \hat{T}}{\partial \kappa}$ bestimmen läßt.

- 10 Speziell der Wert für die Haspel $\frac{\partial \hat{T}_H}{\partial \kappa}$ wird betrachtet und es wird der vorher ermittelte Temperaturfehler ΔT_H durch diesen Wert dividiert, woraus sich der $\Delta \kappa$ ergibt. Letzterer Wert $\Delta \kappa$ wird mit $\frac{\partial \hat{e}}{\partial \kappa}$ multipliziert, so daß sich als Ausgangswert die Modellkorrektur Δe vorliegt. Somit ist die Modellkorrektur der Einheit 25 aus Figur 3 realisiert.

15

Bei der Berechnung der Modellkorrektur Δe gemäß Figur 4 stellt also $\frac{\partial \hat{e}}{\partial \kappa}$ ein Sensitivitätsmodell dar.

- 20 Es hat sich gezeigt, daß bei obiger Vorgehensweise und Berücksichtigung der Abkühlkurven für die einzelnen Bandpunkte die Verhältnisse für die Praxis besser modellierbar sind. Dabei liegt der Vorgehensweise die Erkenntnis zugrunde, daß die Wärmebehandlung moderner Stähle durch direkte Vorgabe der Sollkurven für den Temperaturverlauf des tatsächlichen Abkühlverlaufs für jeden Bandpunkt individuell vorgegeben werden kann. Insofern ist die Schnittstelle für die Steuer- und/oder Regelung das in Echtzeit gerechnete Modell und ist der zugehörige Korrekturalgorithmus wesentlicher Bestandteil
- 25
- 30 des beschriebenen Verfahrens.

Diese Vorgehensweise berücksichtigt in idealer Weise die Vorgabe für den gefertigten Werkstoff, da sie im Rahmen der Anlagegrenzen - unabhängig von der gefahrenen Bandgeschwindigkeit - die Einstellung der geforderten Qualität gewährleistet.

5

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung der Kühlstrecke einer Warmbandstraße zum Walzen von Metallband, insbesondere eines Stahlbandes, wobei durch Kühlung die Gefügeeigenschaften des gewalzten Metallbandes, insbesondere des Stahlbandes, eingestellt werden, mit folgenden Verfahrensschritten:
- es wird für jeden Bandpunkt des Metallbandes ein zeitlicher Abkühlverlauf vorgegeben,
 - 10 - daneben wird für jeden Bandpunkt des Metallbandes die tatsächliche Abkühlkurve als Funktion der Zeit ermittelt,
 - die ermittelte Zeitfunktion des tatsächlichen Abkühlverlaufes wird mit der Vorgabe des zeitlichen Abkühlverlaufes für jeden Bandpunkt des Metallbandes verglichen;
 - 15 - aus den Abweichungen der ermittelten Zeitkurven vom tatsächlichen Abkühlverlauf werden Prozeßführungssignale zur Steuerung und/oder Regelung der Kühlstrecke abgeleitet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n -
20 z e i c h n e t , daß für einzelne Bandpunkte des Metallbandes unterschiedliche Abkühlkurven vorgegeben werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß angestrebte Gefügeeigenschaften aufgrund der vorgegebenen Abkühlkurven für jeden
25 Bandpunkt des Metallbandes eingestellt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , daß für die einzelnen Bandpunkte des
30 Metallbandes solche Abkühlkurven vorgegeben werden, daß aufgrund äußerer Einflüsse auftretende, unerwünschte Änderungen der Gefügeeigenschaften ausgeglichen werden.

5. Verfahren nach Anspruch 3, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , daß die Abkühlkurven für die
einzelnen Bandpunkte des Metallbandes derart vorgegeben
werden, daß sich für unterschiedliche Bandpunkte des Metall-
5 bandes vorbestimmte, gegebenenfalls unterschiedliche, Gefüge-
eigenschaften ergeben.
6. Verfahren nach Anspruch 5, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , daß die mechanischen Eigen-
10 schaften des Metallbandes aufgrund der gezielten Beein-
flussung der Gefügeeigenschaften vorgegeben werden.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Zeit-
15 funktionen oder einzelne Werte zum augenblicklichen Zeit-
punkt des Abkühlverlaufes der einzelnen Bandpunkte einem
Regler zugeführt und zur Generierung der Prozeßführungs-
signale führen.
8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei mit dem Regler Ventile
20 für Kühlmittel zur Abkühlung des Metallbandes aktivierbar
sind, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
durch den Regler zu jedem Zeitpunkt beliebige Ventile
gleichzeitig aktivierbar sind.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß als Ver-
gleichstemperatur zu den Abkühlkurven der einzelnen Band-
punkte die gemessene Zeitfunktion der Haspeltemperatur
25 herangezogen wird.
10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch
1 oder einem der Ansprüche 2 bis 9, mit einer Kühlstrecke, in
welcher das durchlaufende Metallband über einstellbare Ven-
35 tile (11,...,13) mit Kühlmittel beaufschlagbar ist, sowie
einer Einheit zur Ermittlung der Temperatur-Zeit-Funktionen
jedes einzelnen Bandpunktes des Metallbandes und mit einer

Prozeßführungseinheit (30) zur Gewinnung von Prozeßführungssignalen zur Steuerung und/oder Regelung der Abkühlung entsprechend vorgegebener Kriterien.

- 5 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß mit der Prozeßführungseinheit (30) jedes der einzelnen Ventile (11, 11', ... bis 13, 13', ...) zur Kühlmittelzufuhr jederzeit aktivierbar ist.
- 10 12. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Kriterien ein Abkühlprofil entlang des Metallbandes entsprechend gewünschter Gefügeeigenschaften beinhaltet.
- 15 13. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Prozeßführungseinheit zur Steuerung und/oder Regelung der Abkühlung ein Echtzeitmodell (20) mit einer Modellkorrektur (25) zugrunde liegt, woraus die Eingangssignale für einen Regler (30) zur Ansteuerung der
20 einzelnen Ventile (11, 11', ... bis 14, 14', ...) abgeleitet werden.
14. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zur Modellkorrektur die
25 gemessene Haspeltemperatur (T_H) herangezogen wird.
15. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelabweichung für den Regler (30) aus einem korrigierten Abkühlverlauf und der
30 Sollabkühlung gebildet wird.

1/4

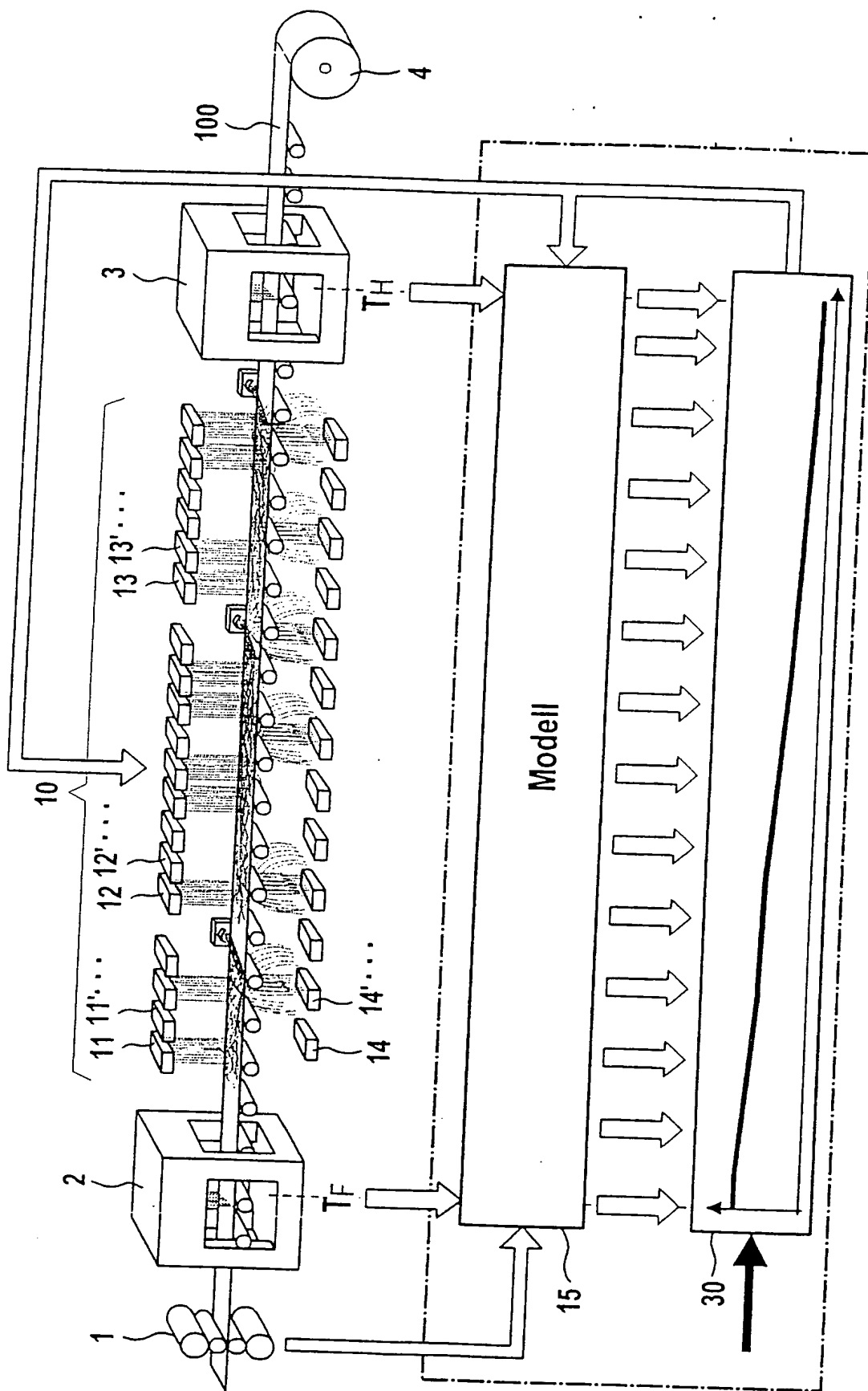


FIG 1

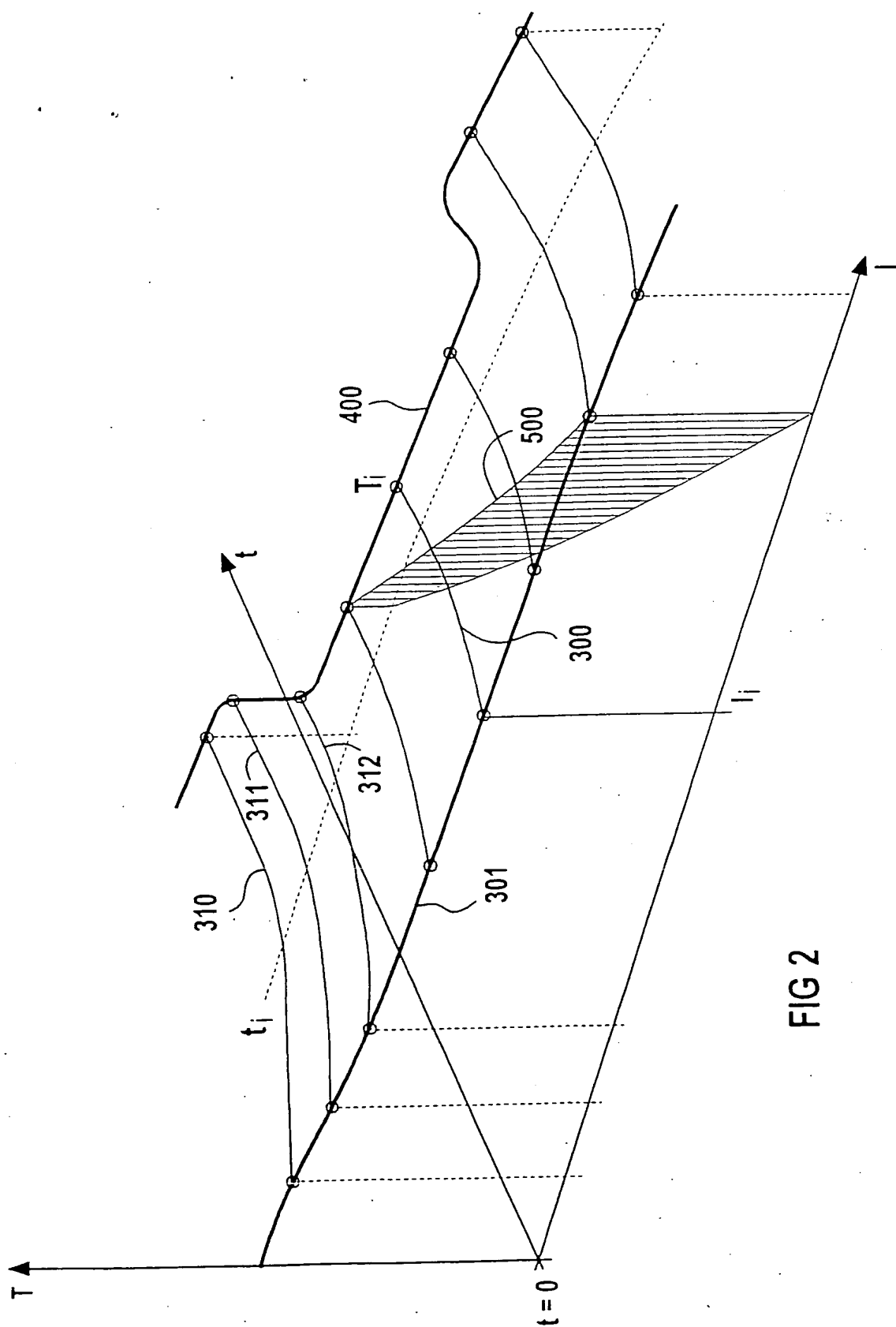


FIG 2

3/4

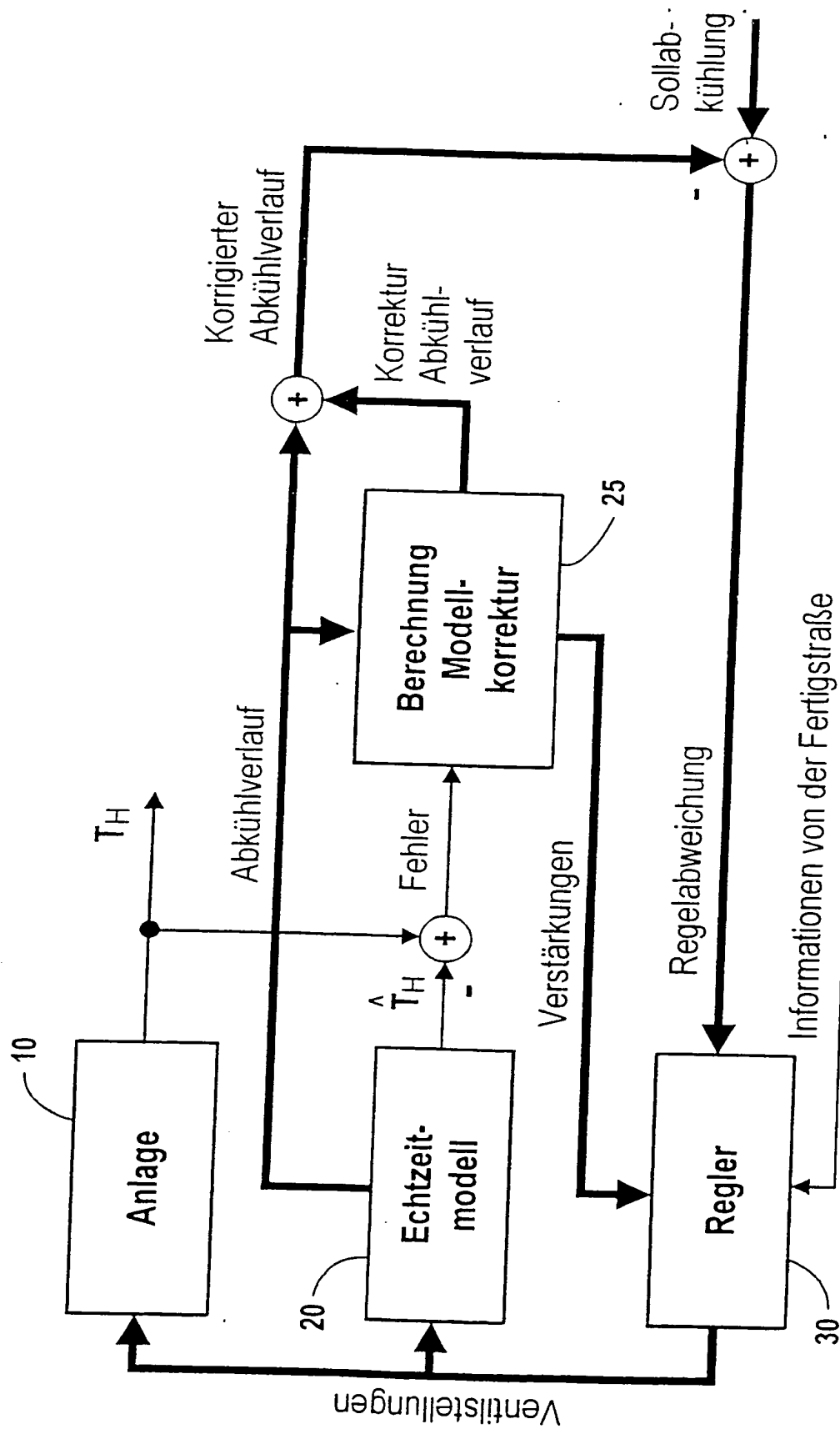


FIG 3

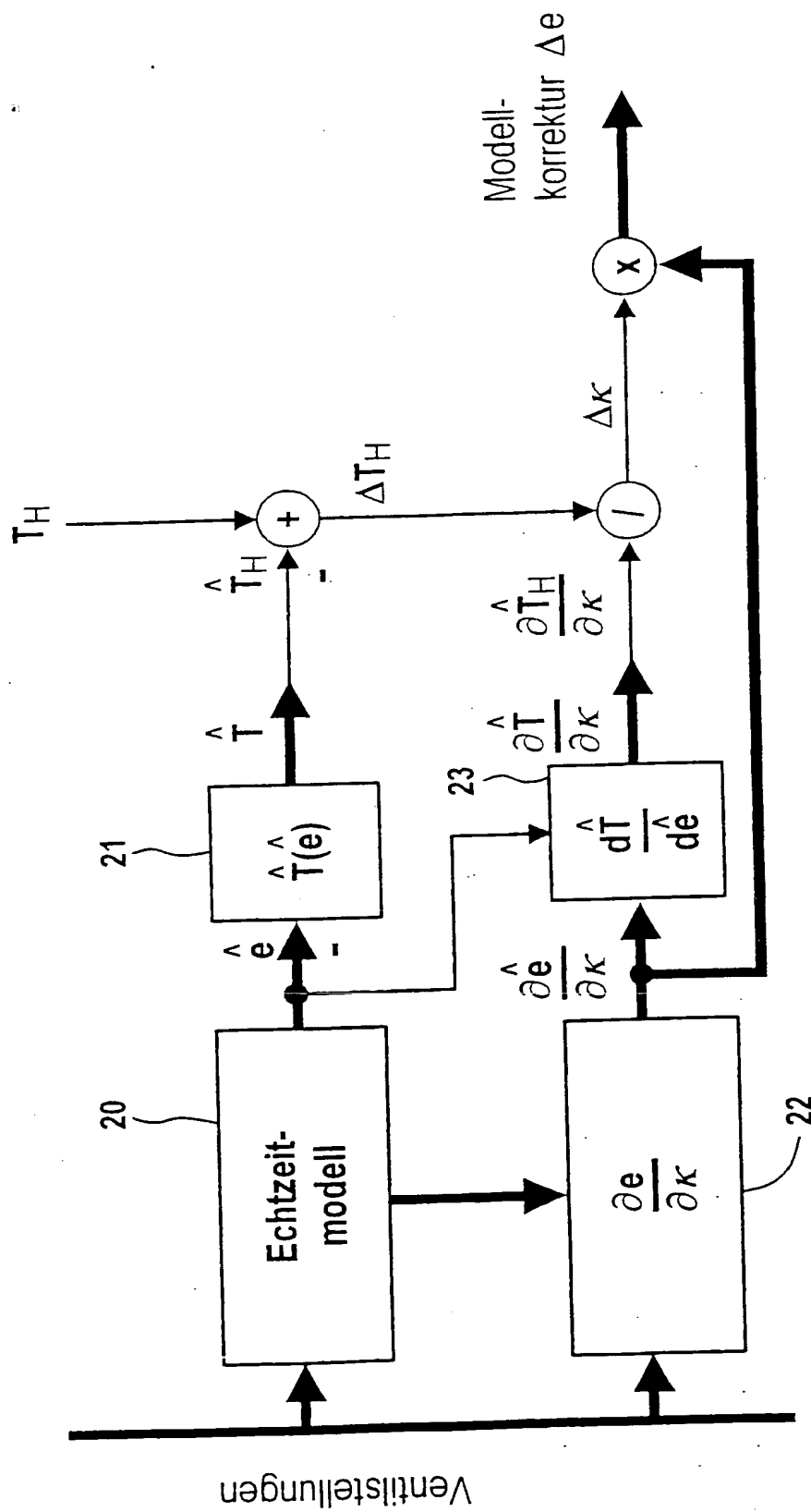


FIG 4

This Page Blank (uspto)

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. Juli 2001 (05.07.2001)

PCT

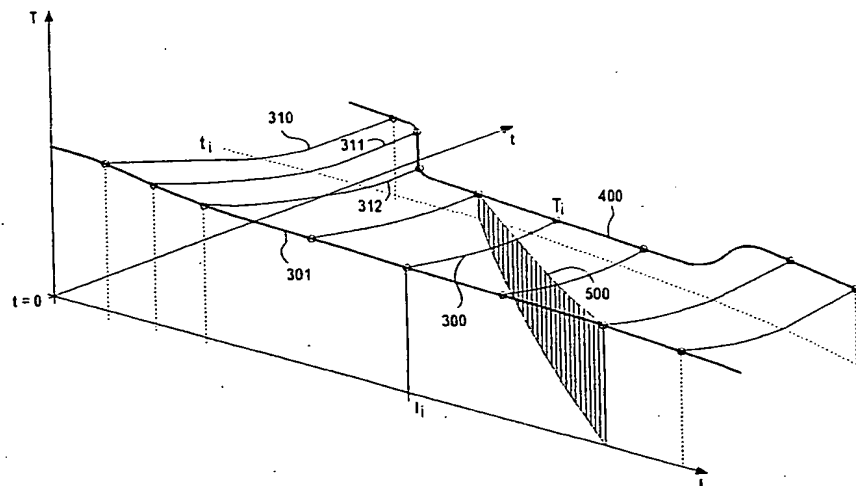
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/47648 A3

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **C21D 11/00**, 9/573, B21B 37/76
- (21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE00/04489**
- (22) Internationales Anmeldedatum:
15. Dezember 2000 (15.12.2000)
- (25) Einreichungssprache: **Deutsch**
- (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**
- (30) Angaben zur Priorität:
199 63 186.7 27. Dezember 1999 (27.12.1999) **DE**
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]**;
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WEINZIERL, Klaus**
[DE/DE]; Grossvenediger Strasse 33, 81671 München
(DE). **REIN, Rolf-Martin** [DE/DE]; Östl. Waldringstrasse
18, 90756 Fürth (DE). **GRAMCKOW, Otto** [DE/DE];
Feldstrasse 14, 91080 Uttenreuth (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): **CN, US.**
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, TR).
- Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING AND/OR REGULATING THE COOLING STRETCH OF A HOT STRIP ROLLING
MILL FOR ROLLING METAL STRIP. AND CORRESPONDING DEVICE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR STEUERUNG UND/ODER REGELUNG DER KÜHLSTRECKE EINER WARMBAND-
STRASSE ZUM WALZEN VON METALLBAND UND ZUGEHÖRIGE VORRICHTUNG



(57) Abstract: The joint properties of a metal strip being rolled in a hot strip rolling mill, especially a steel strip, are adjusted in the cooling stretch of said mill by cooling. According to the invention, a time-related cooling course is predetermined for each strip point of the metal strip. An individual cooling curve is established as a function of time for each strip point and process control signals for controlling and/or constantly compared with the model time-related cooling curve for each strip point and process control signals for controlling and/or regulating the cooling stretch are derived from this comparison. The corresponding device is provided with a calculating device and a process control device.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/47648 A3



(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen
Recherchenberichts: 27. Dezember 2001

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.*

(57) Zusammenfassung: In der Kühlstrecke einer Warmbandstraße zum Walzen von Metallband werden durch die Kühlung die Gefügeeigenschaften des gewalzten Metallbandes, insbesondere eines Stahlbandes, eingestellt. Erfindungsgemäß wird für jeden Bandpunkt des Metallbandes ein zeitlicher Abkühlverlauf vorgegeben, dabei wird für jeden Bandpunkt eine eigene Abkühlkurve als Funktion der Zeit ermittelt und die ermittelte Zeitkurve wird jederzeit für jeden Bandpunkt mit der Vorgabe einer zeitlichen Abkühlkurve verglichen und daraus Prozeßführungssignale zur Steuerung und/oder Regelung der Kühlstrecke abgeleitet. Bei der zugehörigen Vorrichtung ist eine Recheneinheit und eine Prozeßführungseinheit vorhanden.